



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 42 16 426 A 1

(51) Int. Cl. 5:

**F 01 N 7/08**

F 01 N 7/16

B 32 B 1/08

B 32 B 18/00

B 32 B 17/02

B 32 B 25/10

// B32B 25/20,25/18,

25/16

DE 42 16 426 A 1

(21) Aktenzeichen: P 42 16 426.5

(22) Anmeldetag: 18. 5. 92

(43) Offenlegungstag: 19. 11. 92

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

17.05.91 JP P 3-142579

(71) Anmelder:

Tokai Rubber Industries, Ltd., Komaki, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;  
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Pellmann, H., Dipl.-Ing.; Grams,  
K., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

(72) Erfinder:

Sekiguchi, Yumi; Hamada, Masaaki; Fukui,  
Masahiko, Komaki, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Flexible Verbindung für Abgasrohre von Kraftfahrzeugen

(57) Beschrieben wird eine flexible Verbindung für ein Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs umfassend: eine zylindrische innere Schicht, die aus einem Stoff aus Keramikfasern besteht und in einer axialen Richtung dehnbar ist, eine aus einem wärmeisolierenden Material gebildete Zwischenschicht zum Bedecken einer äußeren Umfangsoberfläche der inneren Schicht, und eine zylindrische äußere Schicht, die in radialer Richtung außerhalb der genannten Zwischenschicht angeordnet ist und aus einem elastischen Material gebildet ist.

DE 42 16 426 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Verbindung betrifft eine flexible Verbindung für ein Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eine flexible Verbindung mit einer neuartigen Struktur, welche Verbesserungen der Schwingungsdämpfung oder der isolierenden Wirkung sowie der mechanischen Festigkeit (Haltbarkeit) eines Abgasrohrs, beispielsweise, sicherstellt.

Das Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs dient dazu, das von einer Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs emittierte Abgas von einer Maschineneinheit, die die Maschine umfaßt, zum hinteren Ende des Kraftfahrzeugs zu leiten. Das Abgasrohr ist an seinem vorderen Endteil mit der Maschine verbunden und ist an seinem Mittel- und Endteil an dem Kraftfahrzeugkörper aufgehängt und gestützt. Wenn das Abgasrohr von einer einheitlichen, starren Röhre gebildet wird, neigt die Schwingungsmasse des Rohrs aufgrund der großen Länge desselben dazu, groß zu werden, wodurch eine erhöhte Übertragung von Schwingungen vom Rohr zum Kraftfahrzeugkörper verursacht wird, was zu einer Beeinträchtigung des Fahrkomforts des Kraftfahrzeugs führt. In diesem Falle wird das vordere Endteil des Abgasrohrs in Folge der Konzentration der durch die Schwingungen oder Oszillationen des Rohrs ausgelösten Belastung einer relativ großen Belastung ausgesetzt, was zu einer Beeinträchtigung der mechanischen Festigkeit (Haltbarkeit) des Abgasrohrs führt.

In Anbetracht dessen wird das Abgasrohr in Längsrichtung in eine Vielzahl von Abschnitten derart unterteilt, daß zwei benachbarte Abschnitte miteinander mittels einer flexiblen Verbindung verbunden sind, so daß die Schwingungsmasse und die Konzentration der Belastung verringert wird.

An dem Kraftfahrzeugabgasrohr, dessen Temperatur an seinem hinteren Endteil auf 500°C oder mehr erhöht ist, können keine der üblichen flexiblen Verbindungen verwendet werden, die aus einem elastomeren Material gebildet sind. Üblicherweise wird ein Abgasrohr mit flexiblen Verbindungen wie etwa einer metallischen, faltenbalgähnlichen Röhre oder einer flexiblen Verbindung vom sogenannten Kugellager-Verbindungstyp verwendet, die mittels Preßschweißen der entsprechenden Endteile der Abgasrohrabschnitte gebildet wird, so daß das Rohr an diesen geschweißten Abschnitten gebogen werden kann.

Jedoch sind die vorstehend beschriebenen, üblichen flexiblen Verbindungen hinsichtlich ihrer Flexibilität unbefriedigend und deshalb auch nicht in der Lage, die geforderten Schwingungsisolierungseigenschaften sowie ausreichend hohe Haltbarkeit des Abgasrohrs zur Verfügung zu stellen.

Des weiteren gab es in jüngster Zeit Fälle, bei denen das Abgasrohr sich an den verbundenen Teilen in der Längsrichtung derselben in Abhängigkeit von der Einbauweise der Maschine dehnen und zusammenziehen soll, um die Schwingungen des Rohrs zu vermindern. Diese Anforderungen wurden jedoch bislang von den bekannten flexiblen Verbindungen nicht erfüllt.

Aufgabe der Erfindung ist es demgemäß, eine flexible Verbindung für ein Abgasrohr zur Verfügung zu stellen, die ein ausreichend hohes Maß an Wärmebeständigkeit sowie hervorragende Flexibilität und Dehnbarkeit aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine flexible Verbindung für ein Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs zur Verfügung gestellt wird, die umfaßt:

- a) eine zylindrische, innere Schicht, die aus einem Stoff aus Keramikfasern besteht und in ihrer axialen Richtung dehnbar ist,
- b) eine aus einem wärmeisolierenden Material gebildete Zwischenschicht zum Bedecken einer äußeren Umfangsoberfläche der inneren Schicht und
- c) eine zylindrische, äußere Schicht, die in radialer Richtung außerhalb der Zwischenschicht angeordnet und aus einem elastischen Material gebildet ist.

Bei der wie vorstehend beschrieben aufgebauten, erfundungsgemäßen flexiblen Verbindung befindet sich die Zwischenschicht aus einem wärmeisolierenden Material auf der äußeren Oberfläche der inneren Schicht in Form eines Keramikfaserstoffes. Demgemäß kann die flexible Verbindung mit einer äußeren Schicht versehen sein, die aus einem elastischen Material wie etwa Gummi gebildet ist, das wegen seiner schlechten Wärmebeständigkeit bislang nicht verwendet werden konnte. Auf diese Weise erhält die vorliegende flexible Verbindung hervorragende Flexibilität und Dehnbarkeit in axialer Richtung, was mittels der bekannten metallischen Verbindungen niemals erreicht werden konnte.

Die Verwendung der auf diese Art und Weise aufgebauten, flexiblen Verbindung für Abgasrohre ermöglicht es, die Schwingungsmasse des Abgasrohrs wirksam zu verringern und die Konzentration der Belastung im Rohr zu vermindern, wodurch verbesserte Schwingungsisolierungseigenschaften des Kraftfahrzeugs und eine verbesserte Haltbarkeit des Abgasrohrs sichergestellt werden.

Die Erfingung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen axialen Querschnitt der flexiblen Verbindung für ein Abgasrohr gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfingung;

Fig. 2 einen Querschnitt der flexiblen Verbindung längs der Linie 2-2 von Fig. 1.

In Fig. 1 und 2 werden schematisch eine Ausführungsform der flexiblen Verbindung 10 gemäß der vorliegenden Erfingung gezeigt. Die flexible Verbindung 10 weist als ganze eine im allgemeinen dickwandige, zylindrische Form auf und ihr zylindrischer Wandteil besteht aus einer inneren Schicht 12, einer Zwischenschicht 14 sowie einer äußeren Schicht 16.

Die innere Schicht 12 der flexiblen Verbindung 10 besteht aus einem Stoff aus Keramikfasern. Insbesondere werden die Keramikfasern für die innere Schicht 12 ausgewählt aus polykristallinen Fasern, Glasfasern, zusammengesetzten Fasern, monokristallinen Fasern und verschiedenen anderen Fasern. Vorzugsweise werden Keramikfasern aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{SiO}_2$ - $\text{B}_2\text{O}_3$  oder SiC verwendet, die vorteilhaft im Sinne von, beispielsweise, Wärmebeständigkeit und leichter Handhabbarkeit sind. Wenn Glaskeramikfasern für die innere Schicht 12 werden, so ist das Glasmaterial der Fasern mit Blick auf die Temperatur der Verbindungsteile des Rohrs auszuwählen, da manche Glasfasern einen relativ niedrigen Erweichungspunkt aufweisen.

Die innere Schicht 12 mit einer zylindrischen Form wird durch Weben oder Stricken bzw. Wirken der Keramikfasern gebildet, oder eine Masse von Fasern wird zusammengepreßt, so daß ein Stoff wie etwa ein gewebtes, ein gestricktes bzw. gewirktes oder ein nicht gewebtes Gewebe zur Verfügung gestellt wird. Bei der Bildung der inneren Schicht 12 können die Keramikfasern direkt zu einem zylindrischen Stoff geformt werden. Al-

ternativ dazu können die Keramikfasern zu einem platten oder flachen Stoff geformt werden, der anschließend gerollt und zusammengeheftet wird. Der Stoff, der die innere Schicht 12 bildet, ist so angepaßt, daß er die nachstehend beschriebene Zwischenschicht 14 trägt, weshalb eine hohe Faserdichte erwünscht ist.

Die innere Schicht 12 ist so angepaßt, daß sie in ihrer axialen Richtung dehnbar ist. Die axiale Dehnbarkeit der inneren Schicht 12 kann durch Verwendung eines gestrickten bzw. gewirkten oder gekettelten Gewebes, erhalten durch Stricken bzw. Wirken der Keramikfasern, erzielt werden. Als weitere Möglichkeit kann eine vorgegebene Breite eines gewebten oder nicht gewebten Gewebes derart um das Rohr in einer spiralförmigen bzw. gewendelten Form gewickelt werden, daß die innere Schicht 12 an ihren Teilen, wo zwei oder mehr Schichten des Gewebes relativ zueinander verschiebbar sind, in axialer Richtung dehnbar ist.

Die Zwischenschicht 14 ist in radialer Richtung außerhalb der so gebildeten inneren Schicht 12 angeordnet, so daß die äußere Umfangsoberfläche der inneren Schicht 12 von der Zwischenschicht 14 bedeckt ist. Bei der Zwischenschicht 14 handelt es sich um eine wärmeisolierende Schicht, die aus einem wärmeisolierenden Material mit einer hohen Wärmebeständigkeit gebildet ist. Die axiale Länge der Zwischenschicht 14 ist im wesentlichen gleich oder kleiner als die der inneren Schicht 12.

Die Zwischenschicht 14 soll im allgemeinen eine Wärmebeständigkeit von wenigstens 500°C aufweisen, da die Schicht 14 dem Abgas ausgesetzt ist, das auch wenn die innere Umfangsoberfläche durch die innere Schicht 12 bedeckt ist, eine vergleichsweise hohe Temperatur aufweist. Die für die Schicht 14 erforderliche Wärmebeständigkeit variiert in Abhängigkeit von der Lage der flexiblen Verbindung 10 in bezug auf das Abgasrohr.

Das wärmeisolierende Material der Zwischenschicht 14 ist vorzugsweise ausgewählt aus verschiedenen Arten von keramischen Materialien wie etwa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. Die Zwischenschicht 14 ist an ihrer inneren Oberfläche durch die innere Schicht 12 gestützt und kann deshalb körnige bzw. granuläre Gestalt wie auch faserartige Gestalt aufweisen.

Die Dicke der Zwischenschicht 14 wird mit Blick auf die thermische Leitfähigkeit des verwendeten wärmeisolierenden Materials bestimmt, ferner in Hinsicht auf die Lage der flexiblen Verbindung 10 in bezug auf das Abgasrohr, d. h. die Temperatur, der die Schicht 14 ausgesetzt ist, sowie in Hinsicht auf das Material der äußeren Schicht 16, beispielsweise. Deshalb weist die Zwischenschicht 14 eine ausreichend hohe Wärmebeständigkeit auf, so daß die Wärme des Abgases die äußere Schicht 16 nicht beeinträchtigt.

Die äußere Schicht 16 ist in radialer Richtung außerhalb der Zwischenschicht 14 angeordnet. Diese äußere Schicht 16 besteht aus einer im allgemeinen zylindrischen Gummimanschette, deren axiale Länge ausreicht, die gesamte Fläche der äußeren Oberfläche der Zwischenschicht 14 zu bedecken.

Wenn auch das Gummimaterial für die äußere Schicht 16 nicht sonderlich eingeschränkt ist, so ist es doch erwünscht, ein Gummimaterial zu verwenden, das gegen Wärme und Abgase in ausreichender Weise beständig ist, da die äußere Schicht 16 durch die Wärmeübertragung von dem Abgasrohr einer vergleichsweise hohen Temperatur oder dem durch die Zwischenschicht 14 übertragenen Abgas ausgesetzt ist. Insbesondere wird für die äußere Schicht 16 ein Gummimaterial wie

etwa Silikon- oder Fluor-Gummi verwendet. Wenn auch die äußere Schicht 16 bei der vorliegenden Ausführungsform aus einer Gummimanschette besteht, so kann sie doch auch beispielsweise aus einer Manschette aus anderem hochpolymerem Material mit geeigneter Elastizität bestehen.

Die äußere Schicht 16 ist an ihren in axialer Richtung entgegengesetzten Endteilen mit einem Paar von Umfangsrillen 18, 18 versehen. Jede dieser Umfangsrillen 18 dient dazu, einen — nachstehend beschriebenen — Befestigungsring 20 aufzunehmen.

Die flexible Verbindung 10 mit dem aus der inneren Schicht 12, der Zwischenschicht 14 und der äußeren Schicht 16 bestehenden, zylindrischen Wandteil kann dadurch hergestellt werden, daß die Gummimanschette, die die äußere Schicht 16 ergibt, der Wärmeisolator, der die Zwischenschicht 14 ergibt, und der Stoff, der die innere Schicht 12 ergibt, getrennt gebildet und anschließend der Wärmeisolator und der Stoff in die innere Schicht 12, der Zwischenschicht 14 und der äußeren Schicht 16 eingesetzt werden. Alternativ dazu kann ein nicht vulkanisiertes Gummimaterial für die äußere Schicht 16 zuerst zu einer Manschette geformt und der Adiabator als Zwischenschicht 14 und der Stoff als innere Schicht 12 in die innere Bohrung der Gummimanschette eingesetzt werden. Anschließend wird das Gummimaterial vulkanisiert, wodurch die flexible Verbindung 10 hergestellt wird. In diesem Falle können Zwischenschicht 14 und äußere Schicht 16 miteinander verbunden werden, wodurch eine verbesserte Leichtigkeit in der Handhabung der Verbindung 10 sichergestellt ist.

Zum Montieren der auf dieser Weise aufgebauten flexiblen Verbindung 10 auf dem Abgasrohr wird zunächst die innere Schicht 12 den entsprechenden Endteilen der beiden Abschnitte 22, 24 des Abgasrohrs angepaßt und anschließend an den äußeren Oberflächen der Abschnitte 22, 24 mittels der Befestigungsringe 20, 20, die an den Rillen 18, 18 der äußeren Schicht 16 — wie in Fig. 1 gezeigt — befestigt sind, unbeweglich befestigt. Auf diese Weise werden die zwei Abschnitte 22, 24 des Abgasrohrs miteinander mittels der flexiblen Verbindung 10 verbunden, wobei sie in fließender Verbindung miteinander gehalten werden.

Beim Montieren der flexiblen Verbindung 10 wird die Zwischenschicht 14 an ihren axial entgegengesetzten Teilen, die den beiden Abschnitten 22, 24 des Abgasrohrs entsprechen, in radialer Richtung nach innen durch die an der äußeren Schicht 16 angebrachten Befestigungsringe 20 zusammengepreßt. Durch diese Anordnung wird das Abgas in wirkungsvoller Weise daran gehindert durch die Zwischenschicht 14 nach außen auszuströmen.

Bei der wie vorstehend beschrieben aufgebauten flexiblen Verbindung 10 besteht die innere Schicht 12 aus einem Stoff aus Keramikfasern und wirkt mit der Gummimanschette als äußere Schicht 16 derart zusammen, daß der Wärmeisolator dazwischen schichtenweise angeordnet ist, so daß die Zwischenschicht 14 als wärmeisolierende Schicht zur Verfügung steht. Infolge dessen gestattet die vorliegende flexible Verbindung 10 die Verwendung von Gummimaterialien, was aufgrund von geringer Wärmebeständigkeit bei den bekannten flexiblen Verbindungen nicht durchführbar war.

Die flexible Verbindung 10 zeigt also einen vergleichsweise hohen Grad an Flexibilität, die mittels der bekannten metallischen Verbindungen nicht erzielt werden konnte. Infolgedessen weist ein Abgasrohr mit erfundungsgemäßen flexiblen Verbindungen verringerte

Schwingungsmassen auf und ist frei von Belastungskonzentration, wodurch Verbesserungen der Schwingungsisolierungseigenschaften des Kraftfahrzeugs und der mechanischen Festigkeit (Haltbarkeit) des Abgasrohrs sichergestellt sind.

Bei der vorstehend beschriebenen flexiblen Verbindung 10 ist die innere Schicht 12 in Form eines Stoffs aus Keramikfasern axial leicht dehnbar. Deshalb zeigt die flexible Verbindung 10 einen ausreichend hohen Grad an Flexibilität in axialer Richtung, die auf der elastischen Verformbarkeit der Gummimanschette als äußere Schicht 16 beruht, wodurch weitere verbesserte Schwingungsisolierungseigenschaften sichergestellt sind.

Die unter Verwendung von Keramikfasern, Wärmeisolator und elastischem Gummiteil gebildete flexible Verbindung 10 zeigt einen vergleichsweise hohen Grad an Ermüdungsfestigkeit (Haltbarkeit) gegen wiederholte Verformung aufgrund von – beispielsweise – ankommenden Schwingungen. Daher zeigt die erfindungsgemäße flexible Verbindung 10 im Vergleich mit üblichen metallischen Verbindungen eine deutlich verbesserte Haltbarkeit.

Des weiteren kann die Dicke des Wärmeisolators (der Zwischenschicht 14) in Abhängigkeit von der Lage der flexiblen Verbindung 10 in bezug auf das Abgasrohr 25 oder von der Temperatur der von dem Abgasrohr zu der Verbindung 10 übertragenen Wärme geändert oder angepaßt werden. Die erfindungsgemäße flexible Verbindung 10 kann also in geeigneter Weise gemäß ihrer Lage in bezug auf das Abgasrohr konstruiert werden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform und deren Einzelheiten beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf andere Ausführungsformen.

Beispielsweise ist die Dicke jeder der Schichten 12, 14 35 und 16 der flexiblen Verbindung 10 in keiner Weise beschränkt, sondern kann in geeigneter Weise in Abhängigkeit vom Material der Schicht und der Lage der Verbindung 10 in bezug auf das Abgasrohr festgelegt werden.

Falls die flexible Verbindung 10 an einem Teil des Abgasrohrs direkt – beispielsweise – vor dem Hauptauspufftopf bzw. -schalldämpfer montiert ist, kann die innere Schicht 12 dadurch gebildet werden, daß Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fasern zu einem zylindrischen Stoff 45 mit einer Dicke von 1 mm gestrickt bzw. gewirkt werden, wogegen die äußere Schicht 16 aus einer Gummimanschette aus Silikon-Gummi mit einer Wanddicke von 7 mm bestehen kann. In diesem Falle kann die Zwischenschicht 14 aus einem Wärmeisolator aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-Kurzfasern bestehen und weist eine Dicke von 12,5 mm auf, um einen ausreichend hohen Grad an 50 Wärmeisolierung zur Verfügung zu stellen.

Bei der in der Figur dargestellten Ausführungsform ist die Zwischenschicht 14 an den axial entgegengesetzten Endseiten der flexiblen Verbindung 10 der Außenseite ausgesetzt. Jedoch können die axialen Endseiten der Verbindung 10 mit – beispielsweise – Keramikfasern bedeckt sein, um zu verhindern, daß die wärmeisolierende Zwischenschicht 14 aus der Verbindung 10 herausrutscht.

#### Patentansprüche

- Flexible Verbindung für ein Abgasrohr eines Kraftfahrzeugs, umfassend:  
eine zylindrische innere Schicht (12), die aus einem Stoff aus Keramikfasern besteht und in einer

axialen Richtung dehnbar ist,  
eine aus einem wärmeisolierenden Material gebildete Zwischenschicht (14) zum Bedecken einer äußeren Umfangsoberfläche der inneren Schicht (12), und

eine zylindrische äußere Schicht (16), die in radialer Richtung außerhalb der genannten Zwischenschicht (14) angeordnet ist und aus einem elastischen Material gebildet ist.

2. Flexible Verbindung nach Anspruch 1, wobei die Keramikfasern der inneren Schicht unter polykristallinen Fasern, Glasfasern, zusammengesetzten Fasern oder monokristallinen Fasern ausgewählt sind.

3. Flexible Verbindung nach Anspruch 2, wobei es sich bei den Keramikfasern um Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fasern handelt.

4. Flexible Verbindung nach Anspruch 2, wobei es sich bei den Keramikfasern um SiC-Fasern handelt.

5. Flexible Verbindung nach Anspruch 1, wobei die Zwischenschicht (14) gegen Wärme von wenigstens 500°C beständig ist.

6. Flexible Verbindung nach Anspruch 1, wobei die Zwischenschicht (14) aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-Keramikmaterial als wärmeisolierendem Material gebildet ist.

7. Flexible Verbindung nach Anspruch 1, wobei die äußere Manschette (16) aus Silikon- oder Fluor-Gummi als elastischem Material gebildet ist.

8. Flexible Verbindung nach Anspruch 1, des weiteren umfassend: ein Paar von zur Befestigung der Zwischenschicht und der inneren Schicht an das Abgasrohr angebrachten Ringen (20), wobei die Ringe an in axialer Richtung entgegengesetzten Endteilen der äußeren Schicht angebracht sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

**—Leerseite—**

